

OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE TRANSPORTE Y TRITURACIÓN DEL CARBÓN, EN LA CENTRAL ELÉCTRICA TERMOGUAJIRA.

JUAN TAPIAS
Tutor de Practicas

Presentado por:
DENILSON LOAIZA LOPEZ
Cod. 2003116033

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA INDUSTRIAL
PRACTICA PROFESIONAL
SANTA MARTA D.T.C.H
2017

2. INTRODUCCION

En la actualidad, en el marco de los procesos productivos de Colombia, la generación de energía aparece como uno de los procesos de inversión económico primario, gracias a la alta rentabilidad a nivel monetario. GECELCA S.A E.S.P, es una empresa generadora de energía eléctrica, a través de diferentes macro procesos que incluyen dos clases de combustible: Gas Y Carbón. Sin embargo, debido a la escases del gas natural en territorio colombiano, el Carbón se ha convertido en el componente principal de la generación de energía en la planta TermoGuajira.

El hecho de que la planta se encuentre trabajando de manera independiente con un único tipo de combustible, genera una connotación importante en el mantenimiento de la planta física de cada una de las estaciones que se encuentran relacionadas directamente con la planta de generación de Energía. Sin embargo la estructura de transporte de carbón ha presentado diversidad de problemas que afectan directamente la confiabilidad de la operación con carbón como combustible principal. La viabilidad del proceso de generación de energía, se ve afectada luego, en muchas ocasiones debido a la falta de inversión de capital económico en los entes principales de la planta encargadas del proceso de transporte del mismo.

A raíz de lo anterior se genera la necesidad de implementar mejoras en el sistema mecánico e hidráulico, en especial en las bandas transportadoras de carbón, mecanismo sin el cual se imposibilitaría de manera permanente el flujo de carbón hacia cada una de las 2 unidades generadoras de energía eléctrica presentes en TermoGuajira. El presente informe busca establecer mejoras en el proceso de transporte de Carbón así mismo como aplicar cambios respectivos a procesos defectuoso dentro del sistema y finalmente busca un proceso de implementación de mejoras a corto plazo.

3. OBJETIVO GENERAL

Establecer una serie de recomendaciones para el sistema de transporte de carbón y en general de las bandas transportadoras, que garantice el flujo continuo de combustible, con miras de llevar a cabo el proceso productivo de energía de manera efectiva, eficiente y oportuna.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar el estado actual del sistema de pesaje al interior de las bandas transportadoras, con miras de establecer su funcionamiento, al igual que los parámetros de desgaste generados a las mismas como efecto colateral de fallas en el sistema de llenado de carbón.
- ✓ Analizar datos recolectados con anterioridad, que establezcan el tiempo de duración de los rodillos al igual que el desgaste y mantenimiento de la banda, con el fin de evaluar el funcionamiento actual de cada una de las 6 bandas transportadoras con las que cuenta el sistema de llenado de carbón.
- ✓ Establecer metodologías óptimas y seguras que permitan alta movilidad de combustible (Gas o Carbón), a través del estudio previo de los diferentes inconvenientes presentados por el sistema desde el inicio de su labor (año 2006), permitiendo así a la empresa cumplir con los diferentes contratos nacionales e internacionales de manera oportuna.
- ✓ Encontrar la manera óptima de la ubicación de los rodillos en las bandas transportadoras, estableciendo mediciones entre las distancias las cuales se encuentran los mismos actualmente, previniendo así de manera oportuna el dobles o hundimiento de la banda.

5. JUSTIFICACION

GECELCA S.A E.S.P es una empresa líder en el suministro y la comercialización de energía eléctrica, de gran dinámica en el mercado de gas natural de Colombia, brindando solidez y respaldo al sistema eléctrico, convirtiendo en “Soporte Térmico” ante eventuales déficit de energía, permitiendo así ofrecer un suministro de energía firme y confiable. Laborando desde el día 5 de abril de 2006 mediante la escritura pública No.743 de la notaria 9° de la ciudad de Barranquilla, mediante el cual le es autorizado el permiso para trabajo con carbón.

Las actividades realizadas al interior de la empresa, generación y comercialización de la energía, es de vital importancia para los sectores aledaños a la planta TermoGuajira y en especial para la región caribe del país. Su principal función es generar energía eléctrica a través de diferentes procesos que tiene como componente principal, en la actualidad, al carbón. Lo anterior sugiere que la amplia demanda de energía eléctrica establecida por la región Caribe colombiana de ser satisfecha de manera oportuna, por lo cual, se debe tener un manejo de mantenimiento preventivo en la central termoeléctrica evitando así las penalidades de producción.

La central TermoGuajira cuenta con dos unidades de generación de energía. La unidad 1 es la más antigua con aproximadamente 30 años de funcionamiento. La unidad número 2, por el contrario, es la más reciente siendo esta última una réplica exacta de la primera unidad. La capacidad de generación de ambas unidades es de 151 MWh. En el proceso de generación de energía, el carbón es quemado para generar vapor que permita transformar el agua cruda en Energía.

Si en determinado momento la planta trabajase de manera parcial o mal funcionamiento total, se genera una no conformidad en el proceso productivo (por lo general ocurre cuando la producción de energía tiene un margen de error de $\pm 5\%$), siendo penalizada la empresa económicamente.

Uno de los procesos de vital importancia en la central termoeléctrica es el del transporte de Carbón, entre los cuales se encuentran diferentes micro procesos tales como: Transporte del carbón de patio de carbón a zarandas vibratorias, transporte del carbón hasta casa de trituración a través de las bandas transportadoras, entre otros. Al encontrarse inhabilitadas cualquier de los micro procesos de transporte de carbón, retrasan el proceso de producción de energía eléctrica en la central, lo cual más allá de acarrear penalidades eléctricas, en casos extremos conlleva a razonamientos de energía en diferentes puntos de la región Caribe al igual que pérdidas económicas significativas en la economía del país.

6. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

La **GENERADORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA DEL CARIBES.A ESP – GECELCA**, es una empresa de servicios públicos mixta, de nacionalidad colombiana, constituida como sociedad por acciones, del tipo de las anónimas, sometidas al régimen de los servicios públicos domiciliarios y que ejercen sus actividades dentro del ámbito del derecho privado como empresario mercantil.

Fue creada según escritura pública No 747 del 6 de Abril de 2006 e inició operación comercial en el mercado de energía mayorista del sector eléctrico Colombiano el primero (1º) de Febrero de 2007, dándole continuidad al proceso comercial y de consolidación de la antigua CORELCA, con una estructura financiera más holgada y una cultura corporativa centrada en el negocio, sin tener que dedicar esfuerzo empresarial a otras tareas.

El domicilio principal se encuentra en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico, Republica de Colombia y tiene como objetivo satisfacer las necesidades de clientes nacionales e internacionales brindando solidez y respaldo al sistema eléctrico nacional y convirtiéndose en "Soporte Térmico" ante eventuales déficit de energía.

En la actualidad, GECELCA cuenta con una capacidad instalada de generación térmica de 1220 Mw, mediante las plantas ubicadas en Barranquilla (Atlántico) y Mingueo (Guajira).

GECELCA es propietaria y atiende directamente la operación y el mantenimiento de las unidades 1 y 2 de la Central Termoguajira con una capacidad efectiva de 151 Mw cada una, ubicadas en jurisdicción del corregimiento de Mingueo, municipio de Dibulla, departamento de la Guajira. Estas unidades operan a base de gas natural y pueden operar con carbón.

MISION

Generar y comercializar energía con el propósito de satisfacer las necesidades de nuestros clientes, impulsando el desarrollo económico con servicios de alta calidad y eficiencia, fundamentados en el crecimiento integral de nuestro talento humano, el mejoramiento continuo y la preservación del medio ambiente, buscando la generación de valor empresarial, con alta responsabilidad social empresarial.

VISION

Convertirnos en el generador térmico más grande, eficiente y con mayor disponibilidad en Colombia generando electricidad según los estándares mundiales más exigentes, con seguridad en el trabajo y bajo impacto ambiental propiciando el desarrollo integral de nuestros empleados para maximizar la inversión de nuestros accionistas.

VALORES CORPORATIVOS

Los valores corporativos de GECELCA que a continuación se enuncian son el marco global para orientar continuamente su cultura organizacional, permitiéndoles a sus trabajadores guiar su comportamiento para cumplir con sus objetivos, misión y visión.

Ética y Honestidad

Es proceder con rectitud, honradez y transparencia en todos los actos, de acuerdo con la ley, los principios y demás valores adoptados por La Empresa.

Respeto y Tolerancia

Reconocer los derechos de los demás, valorando y aceptando sus cualidades, actitudes y comportamientos individuales, institucionales y sociales.

Compromiso de Lealtad

Asumir de manera responsable y efectiva la Misión y Visión de la Empresa entregando lo mejor de sí mismo y manteniéndose fiel a los principios y valores, salvaguardando

Trabajo en equipo

Unir talentos, experiencias, conocimientos, habilidades y esfuerzos para el logro de nuestros objetivos, convirtiendo la colaboración y el trabajo con los demás, en factores claves de competitividad y eficiencia que agreguen valor a La Empresa.

Proactividad y competitividad

Trabajar siempre orientando a la innovación y creatividad para garantizar la competitividad de nuestra empresa, desarrollando acciones de mejoramiento continuo y generando valor agregado a los productos y servicios que impacten favorablemente los resultados de la empresa.

Responsabilidad Social y Ambiental

Trabajar por el mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad en armonía con el medio ambiente, propiciando el desarrollo sostenible de la región y del país.

7. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO Y LOS SUBPROCESOS SELECCIONADO PARA APLICAR EL TRABAJO.

Antes de empezar con la descripción del proceso es muy importante definir los siguientes conceptos:

Proceso de Zaranda Vibratoria: Se denomina a la operación unitaria que permite separar un volumen de mineral en dos o más flujos en base a su tamaño, mediante la formación de un lecho de partículas de mineral que se desplaza con movimiento vibratorio vertical sobre una superficie perforada. Idealmente se supone que todas aquellas partículas que tengan un tamaño superior al de la superficie separadora quedarán retenidas, en tanto que las partículas menores pasarán a través de dicha superficie.

Tolva: Es un dispositivo similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados.

Banda Transportadora: Las cintas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados. Combinados con equipos informatizados de manejo de palés, permiten una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente, permitiendo ahorrar mano de obra y transportar rápidamente grandes volúmenes en los procesos, lo que ahorra costes a las empresas que envía o reciben grandes cantidades, reduciendo además el espacio de almacenaje necesario.

DESCRIPCION DEL PROCESO

En el marco de producción de Energía eléctrica en Colombia, existe un margen de elección del combustible a utilizar, entre los cuales se puede elegir el gas natural o el carbón. Tomando como base los beneficios financieros para la nación, la central

TermoGuajira funciona en la actualidad en un 95% con carbón debido a su bajo costo y alta productividad de vapor al momento de entrar al sistema como comburente. Sin embargo para el funcionamiento adecuado del sistema de producción termoeléctrica, es necesario regular los procesos desde el llenado de carbón hasta el proceso de combustión.

Las bandas transportadoras facilitan el proceso de llenado y transporte de carbón desde la entrada del sistema hasta la trituración del mismo. Entre las medidas que deben ser reguladas principalmente se encuentran: la cantidad de carbón suministrada a las bandas transportadoras, el funcionamiento adecuado y desgaste de los rodillos, el estado de zarandas vibratorias.

Como primera instancia existe una medida reguladora de la cantidad de carbón para las bandas transportadoras conocido como pesaje; este consiste en que una vez el carbón es transferido desde su punto de acumulación (Patio Carbón) a la banda transportadora por medio de la zaranda vibratoria, mide la cantidad de carbón que se encuentra en la banda y en caso de superar el límite excedido la banda se detiene automáticamente. Un error en el sensor de pesaje conllevaría al desgaste prematuro de las bandas transportadoras y de los rodillos, incurriendo en gastos económicos no programados, pero en el peor de los casos puede generar una parálisis en los procesos productivos de la planta.

Los rodillos son las herramientas principales de trabajo de las bandas transportadoras, por lo cual al momento de hablar el sistema de transporte de carbón de la planta, no se deben tratar como temas aislados.

Finalmente el estado de las zarandas vibratorias, son las que determinan la cantidad de carbón que es transferida a las bandas transportadoras, lo cual implica que una avería en el sistema terminaría generando retrasos permanente al proceso.

Para la recolección de la información se utilizaron dos tipos de fuentes que son:

Fuentes primarias.

- Información de carácter visual, obtenido a lo largo de la comprensión de los micros y macros procesos que son tenidos en cuenta desde el llenado de carbón hasta su transporte para dar inicio a la generación de energía.
- Información adquirida del conocimiento de los operarios que han laborado en promedio más de 10 años en la empresa, garantizando la realidad de los procesos en su interior y desmintiendo en ocasiones falsos recursos u información establecida en los libros.
- Manuales de operación y funcionamiento de la central TermoGuajira, al igual, de un sistema de base de datos dotado con planos, referencias y características generales de cada una de la maquinaria perteneciente a la planta.

Fuentes secundarias.

Capacitación por parte de los altos directivos de la empresa Gecelca S.A E.S.P, en los tres sectores fundamentales de la empresa: Generación de energía eléctrica, tratamiento de agua y tratamiento de combustible.

8. DIGNOSTICO

El proceso de generación de energía en la planta TermoGuajira, se caracteriza por tener a la continuidad en los sistemas de llenado de carbón, como ente regulador para el correcto funcionamiento de la misma. En la actualidad la planta cuenta con la capacidad para operar mediante dos combustibles: Gas natural y Carbón. Sin embargo, por criterios económicos se encuentra desempeñando sus tareas mediante el uso en su totalidad del carbón.

En el marco de los macro procesos aparece el transporte del carbón, el cual tiene diferentes sub divisiones a lo largo y ancho de la planta. Como primera instancia del proceso, se encuentran los focos de estudio del presente proyecto y por consiguiente la problemática central: Las mallas de Zaranda y las Bandas transportadoras de Carbón. Tomando a consideración las diferentes variables del proceso (Operativas, mantenimiento y externas tales como la lluvia, carbón fino, piedras de gran tamaño), se hace una inspección visual de los posibles puntos de falla que pueden afectar la capacidad de llenado de carbón a las tolvas de carbón y por ende la inhabilidad laboral para las bandas transportadoras. A continuación se explica a mayor brevedad cada uno de los problemas:

1. Inhabilidad de las tolvas de carbón para realizar el proceso de llenado de Carbón correctamente.
2. Falta de mantenimiento de los motores que mueven las bandas transportadoras de carbón, al igual, inexistencia de su total funcionalidad en las bandas.
3. Las fallas reiterativas en diferentes puntos del proceso de llenado han llevado en múltiples ocasiones a situaciones de crisis e inclusive limitaciones de unidad, esto sumado al incremento de los tiempos de llenado disminuye los tiempos de mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes elementos incrementándose los tiempos medios de falla (Bandas transportadoras, Zarandas de Carbón, Entre otros). Por otro lado se encuentran falta de un plan de adecuación frente a diferentes fenómenos atmosféricos que puedan alterar o comprometer la operatividad de la planta.

9. PROPUESTA

Con la elaboración de este informe se busca presentar unas puntos los cuales deberían solucionar en cierta medida los problemas e inconvenientes que se vienen presentando en el proceso del transporte del carbón, desde su descargue en la bodega de almacenamiento hasta las calderas donde es quemado. Lógicamente antes de llegar a la caldera, este carbón pasa por múltiples componentes para luego ser triturado y posteriormente pulverizado con el fin de que el proceso de combustión sea optimo que es lo que al final nos interesa.

También se pretende implementar un plan de trabajo en el cual se supervise visualmente todos los elementos involucrados en la cantidad de carbón suministrado a través de las zarandas y las bandas transportadoras, con el fin de establecer el porqué de las fallas reiterativas en los diferentes elementos que componen este proceso.

A su vez se detallaran minuciosamente cada componente afectado y se hará un diagnóstico de su estado actual y su posible solución para prevenir y disminuir en cierta medida las averías en cada uno de estos.

Al final de ejercicio se harán unas recomendaciones firmemente estudiadas con los diferentes empleados de la empresa desde operadores hasta gerentes con el fin plasmar puntos importantes con relación al tema en cuestión.

10. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE TRANSPORTE DEL CARBÓN.

El sistema de pesaje de las bandas transportadoras juega un papel fundamental en el proceso de llenado y trituración de carbón. En gran parte un nivel correcto de

pesaje del carbón que se transporta a través de las bandas, garantiza su óptima funcionalidad durante un largo periodo de tiempo.

En la actualidad el sistema de pesaje de carbón no se encuentra en funcionamiento, lo cual repercute en el sistema de la siguiente manera:

1. La cantidad de carbón transportado a través de las bandas transportadoras desde la bodega de almacenamiento (patio Carbón) hasta el sitio de trituración del mismo es excesivo, lo cual permite que las bandas se doblen de manera irregular a lo largo de todo el trayecto, siendo propensas a presentar pandeo de manera permanente.
2. Se genera el desgaste prematuro de los rodillos, debido al peso excesivo que deben soportar los mismos. El espacio entre los rodillos pasa a ser insuficiente lo cual conlleva al colapso del sistema del transporte de carbón.
3. Sobre calentamiento de los motores encargado de la movilidad permanente de las bandas transportadoras. En la actualidad el motor de la banda 3.3 no está instalado, se colocó en el carro reversible de la unidad 2.



Imagen 1. Banda 3.3 casa de trituración

4. La Banda no presenta la distancia suficiente al final de su retorno, por lo que ingresa al rodillo de cola aun en forma de V lo cual genera esfuerzos indebidos que se transforman en desgaste y fractura en la banda.



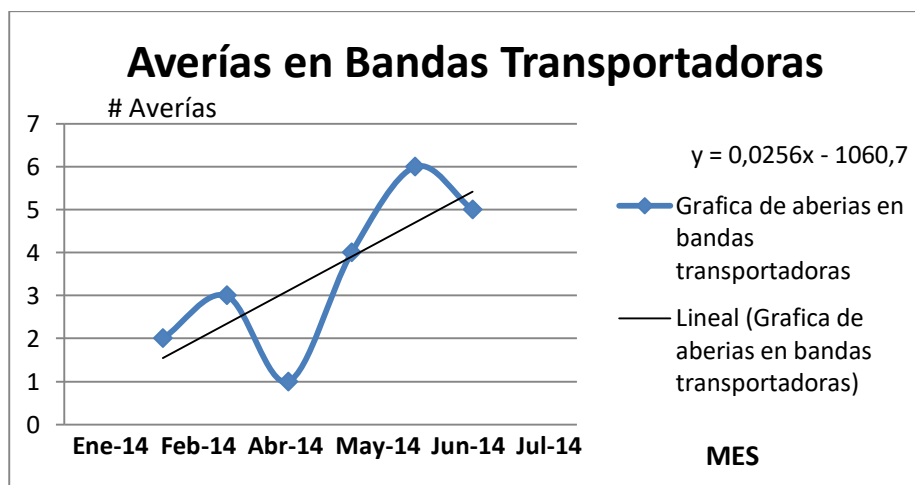
Imagen 2. Final de la banda transportadora

5. El sitio de almacenamiento de carbon (Patio Carbon), no posee el soporte adecuado para el gran tamaño de las precipitaciones que se dan en la zona. Lo anterior genera que en periodos de tiempo el carbon llegue mojado a las bandas, generado atascamiento del carbon en ellas, por lo tanto, se requiere reestructurar este sistema de almacenamiento.

Las problemáticas anteriores sugieren un planteamiento estratégico en el área de mantenimiento, para evitar fallas en el proceso de llenado o transporte de carbon.

A continuación se presenta una gráfica con el número de fallas en el primer trimestre de 2014 y el segundo trimestre del mismo año.

AVERÍAS EN BANDAS TRANSPORTADORAS.



Como se puede inferir de la grafica, el numero de averias en las bandas transportadoras, a media que aumenta el tiempo estan tambien lo hacen de manera proporcional.

Todo lo anterior conlleva a plantear las siguientes alternativas de solucion:

1. Realizar un programa estricto de mantenimiento preventivo y lubricación de los rodillos del sistema, llevándose una estadística individual que nos ayude a determinar e ubicar los puntos de mayor frecuencia de falla e ir ajustando este.
2. Entrenar a los operadores de equipo pesado en ordenamiento del patio de forma tal que los tiempos y distancias de desplazamiento no afecten el tiempo de llenado. Se observa que el personal de soporte en el llenado es variado con frecuencia, no se cuenta con un grupo fijo el cual brinde confiabilidad por su experticia, experiencia y continuidad en el manejo de este sistema.
3. Se hace urgente y necesaria la rápida construcción de un techo que permita resguardar una cantidad de carbón seco en patio, que no se vea afectado

por las fuertes precipitaciones en la zona y nos permita una operación más segura y confiable. Actualmente la licitación para la construcción del techo se encuentra aprobada, sin embargo, por motivos de próximas elecciones se está a la espera de asignación de nuevo cargos, tales como el director de obra.

TIEMPO DE DURACIÓN DE LOS RODILLOS AL IGUAL QUE EL DESGASTE Y MANTENIMIENTO DE LA BANDA.

Al analizar los procesos realizados al interior de las bandas transportadoras, se encuentra una falencia crónica. Los registros de operatividad explicando los cambios realizados a los rodillos no se dan de manera permanente, lo cual imposibilita establecer de manera clara la durabilidad de los mismos.

Los cambios de alimentación entre bandas ameritan el estudio para la implementación de shutter con las especificaciones mínimas reglamentarias para manejo de carbón entre estas, el cual minimice las pérdidas y atrasos por derrame o atascamiento de estos puntos específicos.



Imagen 3. Shutter túnel de carbón

En miras de realizar un reporte de mantenimiento preventivo se instaure un forato que permita llevar a cabo trabajos en cualquiera de las bandas y se haga el registro pertinente. Se realiza el estudio del material óptimo de los rodillos de acuerdo al tipo de materia que se encuentra usando en la planta (Carbon).

Las acciones correctivas que se tomaron en cuenta luego del análisis del shutter o túnel de carbón fueron las siguientes:

1. realizar el cambio de los rodillos de manera simultánea para cada una de las seis bandas que se encuentran en la planta Termoguajira, estableciendo como material óptimo el poliuretano, reemplazando aquellos que tenían como principales componentes aleaciones ferrosas.
2. Revisar y ajustar los tiempos muertos que se están presentando durante el llenado de carbón, esto hace necesario designar a una persona responsable de mantener estos tiempos acorde a las necesidades y capacidad del sistema.
3. La durabilidad de los rodillos está determinada por su resistencia a los materiales con los cuales puede estar en contacto. Tomando como base el carbón, se compran nuevos elementos de poliuretano debido a su alta resistencia a la abrasión, resistente a los cortes, anti-llama, antiestáticas permanentes.

CINTAS USADAS EN LAS BANDAS TRANSPORTADORAS.

En cuanto a las bandas transportadoras, haciendo énfasis en la cinta usada para cargar el material directamente, se encuentran debilitamiento de las mismas por exceso o sobre peso de carbón en ellas. Para evitar el problema del pandeo, se realizan los siguientes ajustes que deben quedar consignados en un día normal de operación de la siguiente manera:

1. La fuerza de tension de la banda transportadora debe ser mayor que la friccion de la correa, al igual que de cada uno de los componentes que se encuentren en contacto con ella.
2. La tension debe vencer la friccion de carga.
3. De acuerdo con el grado de inclinacion de la banda transportadora la tension debera aumentar o disminuir.

Los tres principios anteriores deben aplicarse con rigurosidad en cada uno de los procesos en los cuales se ven involucradas las banadas transportadoras; los cuales se resumen en el proceso de carga de carbon hasta casa de trituracion, el proceso de paso del carbon triturado a la caldera (dependiendo de la unidad en la cual se valla a llevar acabo el proceso de generacion de energia.

Teniendo en cuenta todas las observaciones anteriores nos permitimos recomendar las posibles soluciones:

- ✓ Establecer un programa de contingencia para la reparación de las rejillas de las tolvas de recibo.
- ✓ Revisar y ajustar las características físicas (granulometría) del carbón solicitado en los contratos de suministro.
- ✓ Revisión y ajuste de los vibradores de las tolvas de recibo, de forma tal que se estandaricen permitiéndose la recuperación de la capacidad requerida del sistema.

- ✓ Revisar y ajustar los tiempos muertos que se están presentando durante el llenado, esto hace necesario designar a una persona responsable de mantener estos tiempos acorde a las necesidades y capacidad del sistema.
- ✓ Se observa que el personal de soporte en el llenado es variado con frecuencia, no se cuenta con un grupo fijo el cual nos brinde confiabilidad por su experticia, experiencia y continuidad en el manejo de este sistema.
- ✓ Entrenar a los operadores de equipo pesado en ordenamiento del patio de forma tal que los tiempos y distancias de desplazamiento no afecten el tiempo de llenado.
- ✓ Se hace urgente y necesario la rápida construcción de un techo que nos permita resguardar una cantidad de carbón seco en patio, que no se vea afectado por las fuertes precipitaciones en esta zona y nos permita una operación más segura y confiable.

11. BIBLIOGRAFIA

Elmes, G. A., & Harris, T. M. (1996). Industrial Restructuring and the United States Coal-Energy System, 1972- 1990: Regulatory Change, Technological Fixes, and Corporate Control. *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 86, No. 3, 507 - 529.

Kragelund, M., Leth, J., & Wisniewski, R. (2009). Optimal usage of coal, gas and oil in a power plant. University Fredrik.

Liu, W., & Zhang, S. (2011). Economic Analysis on Coal Enterprise Behavior Patterns Based on the Safety and Energy Conservation and Emission Reduction Investment. *Management and Service Science (MASS), 2011 International Conference*, (págs. 1 - 4).

Tumenbayar, A., & Dashpunstag, C. (2007). Possibility use fuel gas from coal for energy supply. *Strategic Technology, 2007. IFOST 2007. International Forum on* , (págs. 47 - 50).